

Válasz
Pokol György, MTA doktora bírálataira

Tisztelettel köszönöm Pokol György, MTA doktora részletes bírálatait, az értekezés rendkívül alapos áttanulmányozását, a bírálóban megfogalmazott megjegyzéseket, kérdéseket. Köszönöm a Bíráló javaslatát, mely szerint az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

A Bíráló megjegyzéseire, kérdéseire az alábbiakban adok választ:

M1. A három fő témakör tárgyalását az egész munka összefoglalása, a tézisek, az eredmények hasznosítási lehetőségek áttekintése, a témához kapcsolódó kutatási projektek listája, a köszönetnyilvánítás, az előbb már említett (két részből álló) irodalomjegyzék és rövidítésjegyzék követi. Ezen alfejezetek számozása következtlen: a nanoszerkezet hidroxipatitról szóló 6. fejezet alfejezeteiként jelennek meg annak ellenére, hogy az egész munkára vonatkoznak.

V1. Valóban tévesen kerültek a tézisek, a köszönetnyilvánítás, az irodalom- és rövidítésjegyzék a 6. fejezetbe, éppen ezért teljes mértékben egyetérték a Bírálóval, hogy egy következő 7. fejezetben kellett volna az említett alfejezeteket szerepeltetni.

M2. A dolgozat (5-6 oldal) és a tézisfüzet bevezetésében is előfordul: *így olyan új szerkezet szilíciumnitrid_CNT nanokompozit kifejlesztését kezdeményeztem, így; Kezdeményeztem, olyan nyitott szerkezetű hexagonális volfrámoxidon alapuló hibrid nanokompozitok előállítását; így olyan biológiai eredetű nanoszerkezet hidroxipatit előállítását és vizsgálatát kezdeményeztem, így.* A kezdeményezés itt azt jelenti, hogy a kutatás alap gondolata és a terve a Jelöltől származik?

V2: Igen, kezdeményeztem az új kutatási témát, azaz megfogalmaztam a kutatás alap gondolatát, előkészítettem a tervét, kutatócsoportot szerveztem rá, diplomamunkások és doktoranduszok, posztdoktorok közreműködésével, részt vettem a kísérletekben, publikációk megírásában majd a témát hazai és nemzetközi pályázatokkal támasztottam alá.

B3. Milyen a mért számszerű eredmények bizonytalansága? Megjegyzem, hogy a jellemzők megadása sem egységes ebben a szempontból, a pl. a 2. táblázat a sűrűség értékeit a termékek egy részénél három, más részénél négy értékes jeggyel adja meg.

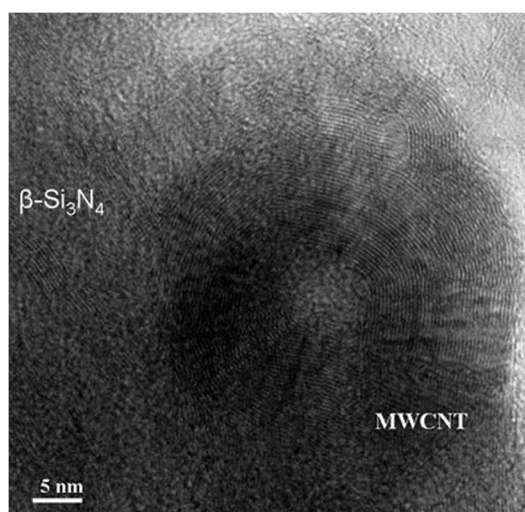
V3. A 2. táblázatban szereplő kompozitok sűrűségei 4 tizedes pontosságú analitikai mérleggel határoztuk meg. A mérleg felbontása: 0.0001 g. A bolygómalommal készített 1t% MWCNT tartalmazó kompozitokat mintákat évekkorábban (2004-ben) szintereltük SPS-el a svédországi Arrhenius laboratóriumban. A 3t% MWCNT kompozitok sűrűségeit már pontosabb értékekkel jellemezhetjük.

B4. Mennyire ismételhetők a mérések, és mennyire reprodukálhatók a termékek tulajdonságai? A mérés szórásait adják-e a 3-5. táblázatban található értékek (40-43 oldal), vagy tartalmazzák az előállított anyag inhomogenitásának, esetleg azonos paraméterekkel, de külön előállított termékek eltéréseinek hatását is?

V4. Köszönöm a Bíráló kérdéseit. A 3-5. táblázatokban megadott keménység és szívósságértékek (és hibaértékeik) egy-egy adott kompozitra vonatkoznak. Ezek a mérések nemzetközi standardok szerint megismételhetők. Másik fontos kérdés a termékek tulajdonságainak reprodukálhatósága. Ezzel kapcsolatosan a 31-32. és 36 ábrán az átfogóbb szemléltetéshez és értelmezéshez több olyan mintát is bevontam a vizsgálatokba és megjelenítettem a grafikonokon, amelyek az egyes összetétel adagokhoz tartoznak. Szinterelés közben SPS esetén 1 kompozit korong készül, amiből 1-2 vagy nagyobb korong átmérője esetén (100mm) 5-10 kompozitot vághatunk ki. GPS és HIP esetében 30-35 db kompozit készül egy szinterelési folyamatban és jól látható módon a rugó-modulus, szilárdság, szívósság stb. tulajdonságaik jelentős szórással jellemezhetők. Az adott 1-3-5t% korom, grafit és MWCNT tartalmú kompozitokat azért szerepeltettem, hogy jobban megérthessük a tendenciákat (31, 32 és 36 ábra). Összefoglalva az előbbieket egyértelműen megállapítható, hogy az adott mintáknál felmerülő mérési hibák jellemzően elhanyagolhatók az egymás után elállított adagok vagy az adagokban szereplő nagyszámú minták egymáshoz viszonyított bizonytalanságához képest.

B5. A 4.8 alfejezet végén az a megfigyelés szerepel, hogy a HIP technológia a grafittal, illetve korommal készült kompozitok vezetőképességét csökkentette, míg ilyen hatás a MWCNT tartalmú kompozitok esetében nem jelentkezett.

V5. A HIP és a GPS szintereléssel elállított kompozitok elektromos vezetőképességét jelentős mértékben meghatározta az alkalmazott szinterelési technológia. Nagyobb adalékanyag tartalomnál a vezetőképesség erősen függött a karbon nanofázis típusától és mennyiségétől is. A grafit csak 10 t%-os mennyiségnél adott értékelhető vezetőképességet, miközben a HIP-pel szinterelt minták szigetelőek voltak, a GPS-el szinterelt minták 0.3 ó 1 S/m értéket mutatattak. 5 t% - 10 t%-os korom adagolásnál a vezetőképesség GPS szinterelt mintáknál mintegy 1000 S/m, HIP szinterelés után pedig 100-650 S/m volt. Mindkét esetben a HIP szinterelési módszer használata csökkentette a kompozit vezetőképességét. A hozzáadott 3-5 t%-os szén nanocső 10 S/m vezetőképességet eredményezett GPS és HIP szintereléssel is. Éppen ezért úgy gondolom, hogy a kötés szilícium-nitrid szemcsék és szén nanocsövek között viszonylag erős (ellentétben a kerámia-grafit és kerámia-korom kötésekkel), ezért a HIP eljárás során végbemenő folyamatok (szemcsenövekedés, $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4 \rightarrow \alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ átalakulás) nem károsítják a vezetőképesség MWCNT hálót. A kerámia és a MWCNT erős kapcsolata bizonyíthatja az alábbi HREM elektronmikroszkópos felvétel:



$\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ -be beépült MWCNT (HREM felvétel).

6. A bevezető rész (5.1) új irodalmi forrásokra hivatkozva említi a polimorfia hatását az oxidok gázérzékelésének szelektivitására. Ezt nem tartom meglepőnek: régóta közismert, hogy adott vegyület különböző kristályszerkezet formáinak fizikai és kémiai tulajdonságai eltérhetnek, gyakran jelentős mértékben.

Egyetértek a Bíráló megjegyzésével. Az 5. fejezet bevezető részében úgy gondoltam helyénvaló megjegyezni a polimorfia hatását annál is inkább mivel a volfrám-oxid esetében a hexagonális szerkezet szenzorikai alkalmazása csak az utóbbi időben terjedt el, lényegesen lemaradva az egyéb monoklin, triklin, ortorombos kristályszerkezet volfrám-oxidokhoz képest (*P. Gouma, Nanoceramic sensors for medical applications, American Ceramic Society Bulletin, Vol. 91, Sept. 2012, No. 7, 26.*)

B7. Milyen a kifejlesztett szenzoranyagok érzékenysége és szelektivitása más, a nitrogéndioxid, illetve az ammónia érzékelésére használható más szenzorokhoz viszonyítva? Van-e tapasztalat az új nanokompozit tulajdonságainak reprodukálhatóságára nézve?

V7. A legfrissebb irodalmi munkák azt mutatják, hogy 2008-tól újabb anyagfajtákat fejlesztettek ki nitrogén-dioxid és ammónia érzékelésére. A legújabb adatok szerint a h-WO₃-hoz hasonló érzékenység, de alacsonyabb hőmérsékleten (150 °C-on) érzékel szol-gél eljárással előállított 80 nm vastag ZnO réteget használtak 50 ppm NH₃-t detektálására (*Ching-Feng Li et al., NH₃ sensing properties of ZnO thin films prepared via sol-gel method, Journal of Alloys and Compounds, Volume 606, 5 September 2014, Pages 27631.*)

Bruneta és mtsai sikeresen érzékelték szelektíven ózon jelenlétében már 10 ppb NO₂-t 150°C-on réz alapú szenzor segítségével (*J. Bruneta et al, Improved selectivity towards NO₂ of phthalocyanine-based chemosensors by means of original indigo/nanocarbons hybrid material, Talanta, Volume 127, 1 September 2014, Pages 1006107.*)

Bizonyított a reprodukálhatóság. 5 év alatt több alkalommal készítettünk volfrám-oxid vagy volfrám-oxid/MWCNT kompozitot. Minden egyes kísérlet után SEM, TEM, XRD, EDS vizsgálatokkal igazoltuk az anyag reprodukálhatóságát.

B8. Véleményem szerint hiányzik a fejezetből egy áttekintés a tojáshéj bioanyagok előállítására történő korábbi felhasználásáról. HAp tojáshéjből történő előállításról szól a következő két közlemény: E.M. Rivera et al., *Materials Letters* 41(3) (1999) 128-134; D. Siva Rama Krishna et al., *J. Mater. Sci., Mater. Med.*, 18 (2007) 1735-1743. Mik az előnyei a Jelölt eljárásának ezekhez képest?

V8. A tojáshéjat már korábban is használták hidroxiapatit előállítására. A 2007-ben közzétett eljárás szerint készítettünk tojáshéjből bolygó majd attritor malom segítségével foszforsav hozzáadásával nanoszerkezet hidroxiapatitot. Az értekezésben leírt előállítási módszer szerint hidroxiapatitot állítottunk elő tojáshéjből hőkezeléssel kinyert CaO és H₃PO₄ együttes malmozásával (mechanokémiai szintézissel) és utóhőkezelés alkalmazásával (*C. Balázs, F. Wéber, Z. Kövér, E. Horváth, C. Németh, Preparation of calcium phosphate bioceramics from natural resources, J Eur Ceram Soc* 27 (2-3) (2007) 1601). Ebben a közleményben hivatkoztam a Bíráló által is említett korábbi közleményre, amely hasonló, de nem azonos

eljárással állított el hidroxipapatitot tojáshéjból. Rivera és mtsai (*E. M. Rivera, Synthesis of hydroxyapatite from eggshells, Materials Letters 41 (1999) 128.*) elzetesen h kezelt tojáshéjat hidrotermális módszerrel (foszfát oldatban, 1050 °C-on, 3 óráig) és utóh kezeléssel alakították át hidroxipapatittá. A másik, a Bíráló által említett irodalmi munkában, D. Siva Rama Krishna és mtsai (*D. Siva Rama Krishna et al, A novel route for synthesis of nanocrystalline hydroxyapatite from eggshell waste, J. Mater. Sci. Mater. Med. (2007) 18: 1735-1743*) egy másik módszerrel lúgos eljárással ((NH₄)₂HPO₄ oldattal kezelték a h kezelt tojáshéjat) és mikrohullámú h kezeléssel állítottak el hidroxipapatitot.

Az általunk alkalmazott eljárás el nyei az említett eljárásokkal szemben: 1. kontrollált el állítási mód és szemcsemorfológia, 2. a savas módszer a lúgossal szemben el nyösebb a HAp kés bbi felhasználása szempontjából, 3. az általunk el állított HAp bizonyítottan pozitív eredményeket hozott az *in vitro* és *in vivo* kísérletekben, kereskedelmi mintával összehasonlításban is.

B9. Milyen további kutatás és fejlesztés szükséges a nanoszerkezet apatit, illetve polimer/HAp kompozitok gyógyászati alkalmazásához? Az alkalmazási lehet ségekkel foglalkozó, a tézispontokat követ fejezetben a Jelölt említi a gyakorlati hasznosításról folyó tárgyalásokat. Történt-e szabadalmi bejelentés az eddig végzett kutatások alapján?

V9. Az értekezésben foglalt eredmények rávilágítanak a tojáshéjból el állított hidroxipapatit el nyekre. Amennyiben HAp-ot alkalmazunk az implantátum felületén a gyors degradáció és újcsontképz és megel zheti az implantátum kilazulását vagy infekciókat. A HAp gyors degradációja lehet vé teszi a kalcium gyors kibocsátását és így megnöveli a helyi kalcium koncentráció szintjét, ez pedig el ny s a csontképz és szempontjából. A HAp orvosi biológiai alkalmasságát *in vivo* kísérletekkel bizonyítottuk koreai együttm ködésben (*Hallym University, Gangnung-Wonju University*). A CA/HAp szálas implantátumok esetében kimutattuk az oszteoblaszt sejtek adhézióját és növekedését amerikai együttm ködésben (*Stony Brook University, West Virginia University, Lawrence Berkeley National Laboratory*). Összességében, a vizsgálataink arra utalnak, hogy mind a CA/HAp nanokompozit morfológiája, mind a szerkezete a fontos szerepet játszik a sejtek terjedésének és differenciálódásának megkönnyítésében, emellett fokozza az apatit mineralizációját. Az eddigi fejlesztéseink alapján magas technológiai készenléti szintet értünk el (TRL-technological readiness level). Eredményeink alapján sikerrel csatlakoztunk egy 7 millió p költségvetés EU PP7 projekthez (*Hyporth, New approaches in the development of Hypoallergenic implant material in Orthopaedics: Steps to personalised medicine, 2013-18*).

B10. A HAp kémiai összetétele és kristályszerkezete hosszú ideje ismert, nem volt helyes a bevezet ben ezzel kapcsolatban 2006-ban és 2010-ben megjelent közleményekre hivatkozni.

V10. Köszönöm a Bíráló megjegyzését. A HAp kristályszerkezetének leírásánál korábbi és újabb publikációkra is hivatkoztam:

[97] C. Combes, C. Rey, Amorphous calcium phosphates: synthesis, properties and uses in biomaterials, *Acta Biomater.* 6 (2010) 3362.

[98] E. G. Norstrom and K. H. Karlsson, Carbonate-doped hydroxyapatite, J. Mater. Sci.: Mater. Med. 1 (1990) 182.

[99] T. Kijuma and M. Tsutsumi, Preparation and thermal properties of dense polycrystalline oxyhydroxyapatite, J. Amer. Ceram. Soc. 62 (1979) 455.

B11. A mechanokémiai eljárással előállított anyagok összetételének EDS mérésével kapcsolatban (70-72 old., 8. táblázat) a Jelölt helyesen jegyzi meg, hogy az eredmények félkvantitatívak. Így indokolatlan a 8. táblázatban a Ca, az O és a P %-os arányát négy értékes jeggyel megadni. A táblázat utolsó oszlopa valójában a Ca és a P atomok számarányát (nem pedig tömegarányát) adja meg. Nem értem a táblázatban foglalt eredményekhez fűzött magyarázatot, mely szerint a kén a szórásnél használt etanolból származhat.

V11. Köszönöm a Bíráló észrevételét. Az EDS mérések eredményei félkvantitatívak, hibájuk kb. $\pm 1\%$, ezért a 8. táblázatban megadott értékek a technológiai eljárástól függ elemi összetételek növekvő vagy csökkenő tendenciáját mutatják be. Az alábbi mondatot a következőképpen javítottam: A kén minimális mennyiségben szennyeződésként van jelen az összetételben.

12. Itt is felteszem a mechanokémiai technológiával, illetve elektromos fűtéssel előállítható termékek reprodukálhatóságára vonatkozó kérdést.

V12. Bizonyított a reprodukálhatóság. 2008 és 2013 között több kg HAp port és hibrid szálakat állítottunk elő. Minden egyes kísérlet után SEM, TEM, XRD, EDS vizsgálatokkal igazoltuk az anyag reprodukálhatóságát.

13. Rendszeresen fordul elő, hogy a mondat alanya és állítmánya között vessző vagy a Pl. mindjárt a dolgozat, illetve a tézisek bevezetésének első mondatában: A szennyezés jobb megértése, olyan forradalmian új szemlélet létrejöttét eredményezi, írási mód. (Sajnos ez a hiba mostanában eléggé elterjedt.) Más helyen az állítmány és a tárgy közé került vessző: írási mód előállítottunk, olyan kerámia nanokompozitot, amely írási mód.

14. Összetett mondatok tagmondatai között viszont hiányzik az írásjel. Pl. a 6. oldal első bekezdésében: A említett hátrányok leküzdésére már több olyan megoldás született, mint például a katalizátorok és promotorok használata, írási mód a szenzorok üzemelési hőmérsékletének optimalizálása és elterjedten alkalmazzák a nanoszerkezet anyagokat írási mód. A következő részben (2.4. tézispont) van, ahol hiányzik, van, ahol feleslegesen jelenik meg a vessző: 50 ppm NH₃ koncentrációnál, a válaszidő 23s és 100 ppm-nél, a válaszidő körülbelül 14 s. Gyakran fordul elő a szövegben és a tézisekben, hogy a mennyiség számértékét a mértékegység szóköz nélkül követi, mint az előző mondatban is. Helyenként tizedesvessző helyett tizedespont van a dolgozatban.

15. A Ca vegyjel elem magyarul helyesen kalcium, nem kálcium (tézisek 3.4). A kémiai vegyületek megnevezésében sok esetben hiányzik a kötőjel: helyesen volfrám-oxid, szilícium-nitrid, stb.

16. A Rövidítésjegyzékben (melyet helyesbb lett volna Rövidítések és kémiai képletek jegyzetének nevezni) elírás az Ar_2O képlet; nem minden esetben teljes a rövidítések feloldása (SAED: a jegyzékben šelektondiffrakcióó ó Selected Area Electron Diffraction; SPS: šplazmaszintereléső ó Spark Plazma Sintering; legalább a teljes angol megnevezéseket jó lett volna feltüntetni). SI mértékegységek magyarázata szükségtelen (GPa, S/mí), az FITR helyesen Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (nem pedig Fourier transzformált).

17. Több helyen pontatlan egyes fizikai és kémiai fogalmak megnevezése. Pl. šmagas porozitástartalomő (42. old.) helyett magas ó vagy inkább nagy ó porozitáról van valójában szó; az 1.4. tézispontban helytelen a ša nanocsövek a porozításban és a szemcseközi helyeken találhatóő megfogalmazás. A šfajlagos h ő (45. old.) helyesen fajlagos h kapacitás vagy röviden fajh .

18. Tudományos szakkifejezések pontatlan használatára példa a 5.1. fejezetb l (48 old.), ahol a félvezet oxidok és a velük érintkez gázok kölcsönhatásáról van szó: šRedukáló körülmények között, az oxigén adszorbensek a redukáló gázmolekulákkal reagálva eltávoznak a szemcsék felületér lí ő ó adszorbensnek itt valójában maga a fénoxid tekinthet , nem pedig a szilárd fázis felületén elhelyezked oxigén atom.

Pontatlan a következ részlet megfogalmazása (48 old.): ší adott gázhalmazállapotú analit jelenlétében zavaró gázkeverékek szelektív kimutatását (az érzékelés szelektivitását) nagymértékben meghatározza az érzékelésre felhasznált sztöchiometrikus és tiszta fém oxid kiválasztott kristályos polimorfjaí ő. Az analit (vagy analát) jelentése a kimutatandó vagy mérend komponens; a cél nem gázkeverékek, hanem meghatározott komponens kimutatása; a félvezet oxidok általában nem szigorúan sztöchiometrikus összetétel ek.

19. Pontatlan, helyenként értelmetlen megfogalmazásokat tartalmaz a 6.2.3. alfejezet (64 old.), melyben a hidroxipatit el állításának többszörös emulziós módszerét mutatja be a dolgozat Kimura és munkatársai közleménye [104] alapján. Az alfejezet második mondata: š A bels vizes fázis elkészítéséhez dikálium-hidrogén-foszfátot (K_2HPO_4) 0.3 M/kg ionmentes és majd azután desztillált vízben felodják.ő Itt a š0.3 M/kg š nem az ionmentes vízre vonatkozik; az M a mol/m³ koncentrációegység elfogadott jele, nem pedig a kémiai anyagmennyisége. (Az oldal alján már helyesen használja a Szerz az M mértékegység jelölést.) Hibás a következ mondat is, mely szerint a stabilizátor š200 mol/m³ benzolban oldották.

20. Véleményem szerint szükségtelen volt természettudományi alapfogalmak magyarázatát közölni az értekezésben. A 6.1. részben például a polimerekr l találunk ó egyébként pontatlan ó definíciót, ráadásul egy orvosi folyóiratban 1999-ben megjelent közleményre hivatkozva.

21. Apró pontatlanságra példa: A 2. táblázatban (35 old.) a kezdeti porkeverék összetétele valójában nem tömeg %-ban van megadva, hiszen a szén nanocsöveket tartalmazó keverék esetén az összeg nagyobb, mint 100.

V13-21: Jogosnak tartom a Bíráló B13-B21 kritikai megjegyzéseit az értekezésben fellelhet stilisztikai vonatkozású hibákért, elírásokért, néhol pontatlan fogalmazásért. A téma iránt

érdeklődő kollégák, olvasók és különösképpen a Bíráló elnézését kérem a dolgozat technikai jellegű gépelési hibáiért, ezekre nincs mentségem. Úgy vélem az értekezés beadása előtt erre több időt kellett volna áldoznom.

Szilícium-nitrid / MWCNT nanokompozitok:

B22. Az 1.5. tétel első megállapítása az, hogy az érési idő növelésével kisebb szemcseméret porkeveréket lehet előállítani. Ezt nem tartom új megállapításnak, hiszen általában így van ó mindaddig, míg az esetleges mechanokémiai aktiválás hatására meg nem indul a szemcsék agglomerációja. Kérdezem, hogy ismeretes-e olyan példa a szilícium-nitrid vagy a MWCNT kompozitok körében, melyben az érés nem okozza a szemcseméret csökkenését.

V22. Igen, a kísérleteink során alkalmazott érés bolygómalomban csak egy bizonyos idő után eredményez szemcseméret csökkenést. Például, 1-3 óra érés után a szemcseméret nem változik meg az eredetihez képest (csak keverednek a por összetevők és a MWCNT).

B23. Az 1.10. tételben szereplő keménység érték megadott bizonytalansága mennyiben ered a mérésből, illetve az egymás után előállított adagok közötti eltérésekből?

V23. Megállapítottam, hogy a bolygómalmazással (és ultrahangozási kezeléssel) és HIP szintereléssel előállított nanokompozitok keménysége kisebb, mint a monolitikus referencia kerámia keménysége. A $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{MWCNT}$ 1m% és 3m% MWCNT-t tartalmazó nanokompozitok keménysége 13.3 ± 0.6 és 10.1 ± 0.6 GPa volt.

A megadott keménység értékek (és hibaértékeik) egy-egy adott kompozitra vonatkoznak. Ezek a mérések nemzetközi standardok szerint megismételhetők. Másik fontos kérdés a termékek tulajdonságainak reprodukálhatósága. Egyértelműen megállapítható, hogy az adott mintáknál felmerülő mérési hibák jellemzően elhanyagolhatók az egymás után előállított adagok vagy az adagokban szereplő nagyszámú minták egymáshoz viszonyított bizonytalanságához képest.

B24. Az 1.16. tétel utolsó mondata nem közli, hogy GPS és HIP technikával szinterelt minták széntartalma milyen volt.

V24. Köszönöm a Bíráló észrevételét. Átfogalmaztam az utolsó mondatot, mely összehasonlítja a két különböző módszerrel szinterelt 10% grafit adalékú kompozit vezetőképességét. Megállapítottam, hogy a bolygómalommal (és ultrahangozással), GPS és HIP szintereléssel előállított Si_3N_4 nanokompozitok elektromos vezetőképessége jelentősen befolyásolható a hozzáadott szén nanocs, korom és grafit mennyiségével. A négyponthoz elektromos vezetőképesség méréseink azt mutatták, hogy valamennyi 1% karbon nanofázissal adalékolt nanokompozit szigetelő. Magasabb adalékanyag tartalomnál a vezetőképesség erősen függött a karbon nanofázis típusától és mennyiségétől.

A GPS módszerrel szinterelt minták 10 t% grafit adaléknál a 0.3 és 1 S/m vezetőképesség mutattak, még a HIP módszerrel szinterelt minták szigetelőek voltak.

B25. Az 1.17. pontban a Jelölt a HIP szinterelés által okozott vezetőképesség csökkenéséből arra következtet, hogy a szinterelés során a szén-szén kötések sérültek. Ezt nem látom megfelelően megalapozottnak, ahogy az értekezéshez kapcsolódó 5. megjegyzésemben is leírtam.

V25. A HIP és a GPS szintereléssel előállított kompozitok elektromos vezetőképességét jelentős mértékben meghatározta az alkalmazott szinterelési technológia. Nagyobb adalékanyag tartalomnál a vezetőképesség erősen függött a karbon nanofázis típusától és mennyiségétől is. A grafit csak 10 t%-os mennyiségnél adott értékelhető vezetőképességet, miközben a HIP-pel szinterelt minták szigetelőek voltak, a GPS-el szinterelt minták 0.3 és 1 S/m értéket mutatott. 5 t% - 10 t%-os korom adagolásnál a vezetőképesség GPS szinterelt mintáknál mintegy 1000 S/m, HIP szinterelés után pedig 100-650 S/m volt. Mindkét esetben a HIP szinterelési módszer használata csökkentette a kompozit vezetőképességét. A hozzáadott 3-5 t%-os szén nanocs 10 S/m vezetőképességet eredményezett GPS és HIP szintereléssel is. Éppen ezért úgy gondolom, hogy a kötés szilícium-nitrid szemcsék és szén nanocsövek között viszonylag erősen (ellentétben a kerámia-grafit és kerámia-korom kötésekkel), ezért a HIP eljárás során végbemenő folyamatok (szemcsenövekedés, $-\text{Si}_3\text{N}_4 > -\text{Si}_3\text{N}_4$ átalakulás) nem károsítják a vezetőképesség MWCNT hálót.

WO₃ és WO₃ / MWCNT nanokompozitok

B26. A 2.3. pontban a WO₃·1/3H₂O szerkezete és a nátriumtartalom összefüggéséről van szó. Véleményem szerint az amorf termék Na-tartalmát négy értékes jegy pontosságával nem indokolt megadni, és sem a mosás, sem a mérés megbízhatóságát tekintve.

V26. Köszönöm a bíráló értékes észrevételét. Itt a csökkenés tendenciája a mérvadó. Észrevettem, hogy a WO₃·1/3H₂O morfológiájában és szerkezetében megnyilvánuló különbségek a mosási lépések során csökken reziduális nátriumtartalommal hozható összefüggésbe. A maradék nátrium-tartalom 2. mosási lépéssel előállított szilárd amorf termékben ~ 6000 ppm volt, míg a 3. mosási lépés után ez az érték a felére lecsökken.

B27. Kérdezem, hogy mit ért a Jelölt azon, hogy a 2.5. tételben tárgyalt érzékelő képes észlelni a kis koncentrációjú nitrogén-dioxidot.

V27. Köszönöm a Bíráló észrevételét. A tétel megfogalmazását javítottam: Észrevettem, hogy a h-WO₃ kémiai gázérezékelő 250°C-on érzékelik már a nagyon kis mennyiségű NO₂ gázt. Alacsonyabb hőmérsékleteken az érzékenységük többszörösen csökken, míg szobahőmérsékleten egyáltalán nem tudták érzékelni az NO₂ gázt.

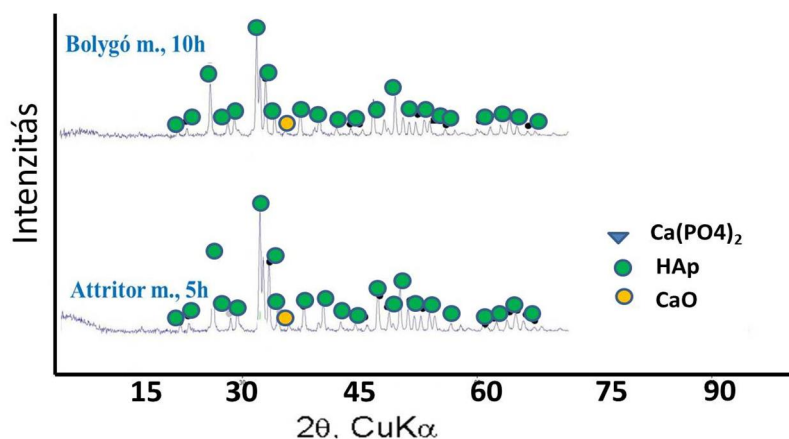
B28. Pontatlan a 2.7. tétel első mondatában a lítiumos és hidrogénos elektrolit megfogalmazás. Lítium és hidrogén ionokról van valójában szó, ahogy az később helyesen szerepel.

V28. Köszönöm a Bíráló megjegyzését. Figyelembe veszem, és a lítiumos és hidrogénos elektrolit megfogalmazást elhagyom.

Nanoszerkezet hidroxiapatit (HAp)

B29. A 3.1 és 3.3. pontok a bolygómalomban, illetve attritorban előállított HAp fázisösszetételéről és szerkezetéről, valamint a két technológia összehasonlításáról tartalmaz megállapításokat. Az első két pontban sok a konkrét kísérleti adat, melyek nyilván az adott körülmények között érvényesek. Különösen vonatkozik ez az előállítási időtartamokra, melyek az előállítás berendezések méreteivel, az alkalmazott fordulatszámmal stb. is összefüggnek. Jobbnak találtam volna a tendenciák hangsúlyozását. Kérdezem, hogy az előállítás körülményei közötti eltérések alapján értelmezhető-e a termékek fázisösszetétele között megfigyelt különbség.

V29. Az el állítási körülmények egy része (itt értem az kiégetett tojáshéj és a foszforsav arányát) a bolygómalom és attritor esetében megegyeznek. Az rlések eltérnek a fordulatszámban is, ami befolyásolja az rlési id t. Emellett fontos megemlíteni, hogy az attritor nagyhatékonyságú rlést biztosít. Az rl golyók és az rlemény között hatékonyabb az energiaátadás, így a mechanokémiai szintézis rövidebb id alatt végbemegy. Végeredményként mindkét eljárással ugyanazt a fázisösszetétel anyagot kapjuk (HAp).



B30. A 3.4. pont els mondata: ŐKimutattam, hogy a hidroxiapatit összetételében oxigén, nátrium, magnézium, szilícium, foszfor, klór, kalcium és cink található.ő Maga a hidroxiapatit meghatározott kémiai összetétel és szerkezet . A mondat a vizsgálatokban el állított anyagokra vonatkozhat, és nem általában a hidroxiapatitra; a klorid helyettesítheti a hidroxidot, de önálló klórapatit fázist is alkothat; a Na, Zn lehet a hidroxiapatit szennyező je, de más fázisban is el fordulhat. a mondat tézis részeként nem fogadható el. A Mg hányada 0,41 0,47% m/m volt ő ez nem nevezhet nyomnyi mennyiségnek, a Mg-ot egyébként a másodlagos biogén elemek (és nem nyomelemek) közé sorolják.

V30. Köszönöm a Bíráló észrevételét. A mondatot az alábbiak szerint pontosítom:

ŐKimutattam, hogy a tojáshéjból el állított hidroxiapatit összetételében oxigén, nátrium, magnézium, szilícium, foszfor, klór, kalcium és cink található.ő

A Bíráló kifogásolja, hogy ŐA Mg hányada 0,41 0,47% m/m volt ő ez nem nevezhet nyomnyi mennyiségnek, a Mg-ot egyébként a másodlagos biogén elemek (és nem nyomelemek) közé sorolják.ő

A magnézium nyomelemnek számít az orvosi tudomány szerint, mivel a definíció szerint Őnyomelemnek olyan szervezetben, vagy természetben megtalálható elem annak számít, amely részarány mennyisége 1 kilogrammonként nem haladja meg a 100 grammot (Medline Plus (2007). Trace Elements. Retrieved November 14, 2007, from the Medline Pluse Web site: <http://vsearch.nlm.nih.gov/vivisimo/cgi-bin/query-meta?server=vsearch4>.)

Számos egyéb tudományos publikáció foglalkozik Mg nyomelemmel:

1. példa <http://morefocus.com/health/supplements-trace-elements/>
2. példa: Lakshmi Priya MD1, Geetha A., Level of trace elements (copper, zinc, magnesium and selenium) and toxic elements (lead and mercury) in the hair and nail of children with autism., Biol Trace Elem Res. 2011 Aug;142(2):148-58. doi: 10.1007/s12011-010-8766-2. Epub 2010 Jul 13.

B31. Az el bb már említett 5 ő 5.6 és a 6 ő 6.4 tézisekkel kapcsolatban kérdezem, hogy mi volt a Jelölt szerepe az itt összefoglalt kutatásban. Az ide tartozó kísérletek és megállapítások dönt többsége élettani és gyógyászati jelleg , a tézisek alapjául szolgáló közlemények

jelentés része orvosi folyóiratokban, illetve konferenciaközleményekben jelent meg. Hangsúlyozom, hogy nem vitatom a kutatások fontosságát; jónak tartom, hogy ezek a kutatások az értekezés részét képezik, hiszen a Jelölt és munkatársai által előállított anyagok alkalmazását készítik elő. Az viszont nem egyértelmű számomra, hogy indokolt-e a tézisekben szereplő megállapításokat a Jelölt tudományos eredményének tekinteni.

V31. Az itt felsorolt kutatási eredmények szorosan kötődnek a munkámhoz. Az általam vezetett osztály kibüvült 2009-től 3 évre Dr. Chang-Hoon Chae szájsebész kutatóval aki munkatársa volt a Hallym Egyetem csapatjának is. A közös Tét pályázatunk kapcsán (2009-2011) több hetet töltöttem Seoulban és aktívan részt vettem a Hallym Egyetem kísérleti kórházában a kutatásokban. Minden *in-vitro* és *in-vivo* kutatást közösen terveztünk meg, még ha a nagy kísérleti részét az ottani kutatók végezték. Az orvosi folyóiratokban megjelent publikációk pedig közösen készültek. Ezért az itt leírt eredményeket saját kutatási eredménynek tartom.

Végezetül még egyszer köszönöm Pokol György MTA Doktora értekezés alapos áttanulmányozását, a gondolatébresztő megjegyzéseit és azt, hogy az értekezést és a téziseket elfogadásra méltónak találta.

Budapest, 2014. április 30.

Balázsi Csaba